

# **PABRIK MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT DENGAN PROSES HIDRASI**

## **PRA RENCANA PABRIK**



**Oleh :**

**KOMANG YUDY DHARMAWAN**

**0831010042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2012**

**PABRIK MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT  
DENGAN PROSES HIDRASI**

**PRA RENCANA PABRIK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Kimia**

**OLEH :**

**KOMANG YUDY DHARMAWAN**

**0831010042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2012**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PABRIK MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT**

**DENGAN PROSES HIDRASI**

Oleh :

**KOMANG YUDY DHARMAWAN**

**0831010042**

**TELAH DISETUJUI UNTUK DIAJUKAN DALAM UJIAN LISAN**

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

**Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT**

.....

**PRA RENCANA PABRIK**  
**PABRIK MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT**  
**DENGAN PROSES HIDRASI**

**OLEH :**

**KOMANG YUDY DHARMAWAN**  
**0831010042**

Telah dipertahankan dihadapan  
Dan diterima oleh Tim Penguji  
Pada Tanggal : 17 Februari 2012

**Tim Penguji :**

**Pembimbing :**

**1.**

**Ir. Retno Dewati, MT**

**NIP. 19600112 198703 2 001**

**Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT**

**NIP. 19661130 199203 2 001**

**2.**

**Ir. Titi Susilowati, MT**

**NIP. 19600422 198703 2 008**

**3.**

**Ir. Dwi Hery Astuti, MT**

**NIP. 19590520 198703 2 001**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur**

**Ir. Sutiyono, MT**

**NIP. 19600713 198703 1 001**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Yuhana Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNYA sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Magnesium Karbonat Dari Dolomit Dengan Proses Hidrasi”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan keserjanaan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Magnesium Karbonat Dari Dolomit Dengan Proses Hidrasi” ini disusun berdasarkan pada berbagai sumber yang berasal dari beberapa literatur, data-data, majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia
3. Ibu Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT selaku Dosen Pembimbing
4. Ibu Dr.Ir.Ni Ketut Sari, MT dan Bapak Ir. Ketut Sumada, MT selaku dosen teknik kimia yang sangat banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Civitas Akademik Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “VETERAN” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami
7. Ni Luh Shanthi Sekarini yang selalu memotivasi dan menginspirasi

8. Semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang konstruktif kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, Januari 2012

Penyusun,

## INTISARI

Perencanaan pabrik magnesium karbonat ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 83.000 ton/tahun dalam bentuk solid. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Kegunaan terbesar dari magnesium karbonat adalah pada bidang industri logam magnesia, khususnya pada bidang industri insulasi atau bahan baku isolasi pada beberapa industri peralatan kimia. Kegunaan lainnya dari magnesium karbonat dapat kita lihat pada industri bahan bangunan.

Secara singkat, uraian proses dari pabrik magnesium sebagai berikut :

Pertama-tama dolomit dihidrasi dengan air membentuk magnesium hydroxide. Magnesium hydroxide kemudian dikarbonasi dengan  $\text{CO}_2$  membentuk magnesium . Kemudian dilakukan filtrasi dan pengeringan pada dryer, serta magnesium kemudian dihaluskan pada ball mill dan disaring pada screen sebagai produk akhir.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 202 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

### **Analisa Ekonomi :**

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 625.392.942.852
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 29.671.006.844
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 655.063.949.696
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 321.977.048.505
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 61.378.134.323
- Brine (NaCl 25%)	= 1.626 M <sup>3</sup> /hari
- Listrik	= 131.952 kWh/hari
- Bahan Bakar Generator	= 15.576 liter/hari
- Bahan Bakar Fuel Oil	= 6.980 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 546.060.962.881
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 775.755.691.681
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank BNI)	: 14%
* Internal Rate of Return	: 22,86%
* Rate On Equity	: 33,01%
* Pay Out Periode	: 4 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 34,28%



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I        PENDAHULUAN	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V        SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX-1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X-1
BAB XI       ANALISA EKONOMI	XI-1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	C-1
APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	D-1

## DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi	VII-5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire-Extinguisher	VII-7
Tabel VIII.2.1. Baku Mutu Air Baku Harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air Boiler Dan Air Pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX-8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X-11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X-13
Tabel XI.4.A. Hubungan Kapasitas Produksi Dan Biaya Produksi	XI-8
Tabel XI.4.B. Hubungan Antara Tahun Konstruksi Dengan Modal Sendiri	XI-9
Tabel XI.4.C. Hubungan Antara Tahun Konstruksi Dengan Modal Pinjaman	XI-9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI-10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI-14
Tabel XI.4.F. Perhitungan Discounted Cash Flow Rate Of Return	XI-15
Tabel D.1. Data Annual Index	D-1
Tabel D.2. Daftar Harga Peralatan Proses	D-3
Tabel D.3. Daftar Harga Peralatan Utilitas	D-4
Tabel D.4. Gaji Karyawan	D-5

## DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1. Lay Out Pabrik	IX-9
Gambar IX.2. Lay Out Peralatan Pabrik	IX-10
Gambar X.1. Struktur Organisasi Perusahaan	X-14
Gambar XI.1. Grafik BEP	XI-17
	XI-2
Gambar D.1. Grafik CE Plant Cost Index	



---

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1. Latar Belakang**

Magnesium adalah salah satu unsur yang paling luas penyebarannya, dan merupakan 1,9 % mineral dari kerak bumi. Magnesium banyak terdapat dalam bentuk chloride, silicate, hydrate, sulfate atau karbonat, baik sebagai garam kompleks maupun garam sederhana.

Magnesium karbonat terdapat banyak pada batuan dolomit yang ditemukan oleh mineralogis asal Prancis dan dinamakan dolomit berdasarkan penemunya Deodat de Dolomieu. Magnesium pertama kali menjadi bahan komersial beberapa waktu menjelang tahun 1914, ketika orang Jerman mulai memproduksinya dengan menggunakan deposit stassfurt sebagai bahan baku.

Magnesium karbonat dikenal dengan nama magnesite yang secara alami merupakan karbonat dari senyawa magnesium yang merupakan bahan baku utama dari magnesium oxide (magnesia). Magnesite dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk kristalnya, yaitu macrocrystalline dan cryptocrystalline. Cryptocrystalline merupakan Kristal dengan kemurnian yang tinggi dibandingkan macrocrystalline, akan tetapi cryptocrystalline sedikit ditemukan di alam dibandingkan magnesite dalam bentuk Kristal macrocrystalline.

#### **I.2. Manfaat**

Faktor yang menunjang berdirinya pabrik magnesium karbonat dari dolomit adalah :



1. Untuk mencukupi kebutuhan magnesium karbonat di Indonesia, serta menambah komoditi ekspor non migas.
2. Indonesia merupakan salah satu Negara yang mempunyai bahan mineral dolomit, sehingga kebutuhan bahan baku tidak menjadi masalah.

### I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan magnesium karbonat di Indonesia khususnya, semakin meningkat dengan peningkatan pertumbuhan kapasitas pada bidang industri kimia. Kebutuhan magnesium karbonat untuk Indonesia dapat ditabelkan pada tabel sebagai berikut :

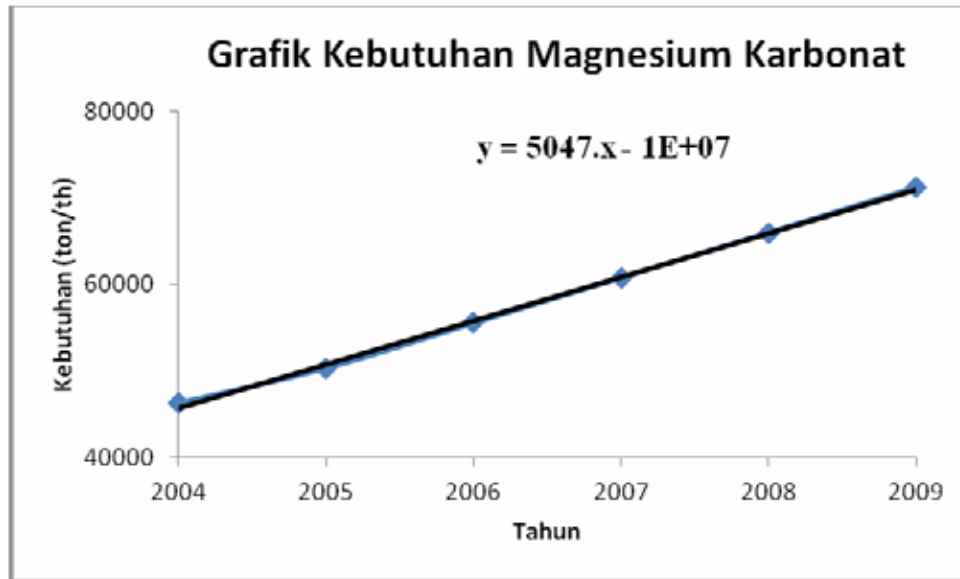
Tabel 1.1. Kapasitas dan Produksi Magnesium Karbonat di Indonesia.

Tahun	Kapasitas (ton)
2004	46.270
2005	50.286
2006	55.505
2007	60.724
2008	65.943
2009	71.162

Sumber : (Deperindag (<http://www.dprin.go.id>))

Berdasarkan data tersebut di atas, maka produksi magnesium karbonat di Indonesia masih perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan Indonesia akan magnesium karbonat.

Berdasarkan tabel di atas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Dari grafik di atas, dengan metode regresi linier maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 5047 X - 1E+07$$

Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik Magnesium Karbonat ini direncanakan beroperasi pada tahun 2014 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2014, maka X = 2014.

Kebutuhan pada tahun 2014 :

$$\begin{aligned} Y &= [ 5.047 \times 2014 ] - 10^7 \\ &= 164658 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 50% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 50% x 164658 ton/tahun = 82329 ton/tahun  $\approx$  83000 ton/tahun.



#### I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

A. Dolomit (Perry 7<sup>ed</sup> ; Tabel 2-1)

Formula :  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Berat Molekul : 184

Warna : Putih keruh

Bentuk : Kristal trigonal

Spesific Gravity : 2,872

Melting point :  $760^{\circ}\text{C}$  (dekomposisi)

Boiling point :  $-^{\circ}\text{C}$

Solubility, cold water : 0,032 gr/100 gr  $\text{H}_2\text{O}$

Solubility, hot water : -

Produk:

A. Magnesium Karbonat (Perry 7<sup>ed</sup> ; Tabel 2-1)

Formula :  $\text{MgCO}_3$

Berat Molekul : 84

Warna : Putih

Bentuk : Kristal trigonal

Spesific gravity : 3,037

Melting point :  $350^{\circ}\text{C}$  (dekomposisi)

Boiling point :  $-^{\circ}\text{C}$

Solubility, cold water : 0,0106 gr/100 gr  $\text{H}_2\text{O}$

Solubility, hot water : -



## BAB II

## SELEKSI DAN URAIAN PROSES

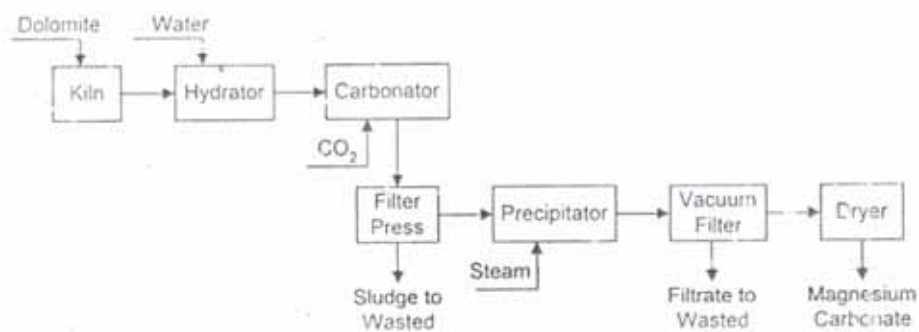
## II.1. Macam Proses

Magnesium karbonat dapat dibuat dengan 2 macam proses, dimana pemilihan proses tergantung pada bahan baku yang digunakan. Untuk bahan baku jenis mineral (hasil tambang) metode filtrasi yang digunakan adalah *steaming* atau pemanasan dengan steam secara langsung. Untuk bahan baku jenis limbah cair maupun air laut, digunakan metode filtrasi *aerasi* atau menghembuskan dengan udara bebas. Macam proses pembuatan magnesium karbonat adalah sebagai berikut :

- A. Proses Pembuatan Magnesium Karbonat Dengan Metode Steaming
- B. Proses Pembuatan Magnesium Karbonat Dengan Metode Aerasi

Uraian proses :

- A. Proses Pembuatan Magnesium Karbonat Dengan Metode Steaming



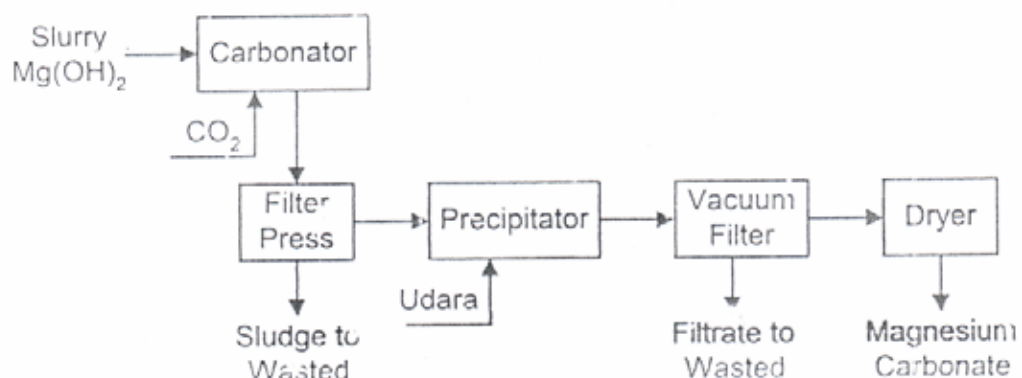




Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah dolomit dengan kandungan magnesium karbonat diatas 40%. Pertama-tama dolomit dari tambang dikalsinasi dalam kiln pada suhu  $900^{\circ}\text{C}$ . Produk kalsinasi berupa oksida dari kalsium dan magnesium kemudian dihidrasi dengan penambahan air sehingga membentuk magnesium hidroksida. Magnesium hidroksida kemudian diumpankan pada karbonator, dimana magnesium hidroksida dikarbonasi membentuk magnesium karbonat dengan penambahan gas karbon dioksida.

Magnesium karbonat yang terbentuk kemudian dipisahkan dari kalsium karbonat pada filter press. Filtrat magnesium karbonat kemudian diumpankan pada presipitator untuk mengendapkan magnesium karbonat dengan bantuan penambahan steam secara langsung. Proses pengendapan dengan bantuan steam pada suhu tinggi dapat mempercepat waktu pengendapan dan pelepasan molekul air. Endapan kemudian difiltrasi pada vakum filter dan kemudian dikeringkan pada dryer.

#### B. Proses Pembuatan Magnesium Karbonat Dengan Metode Aerasi



Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah slurry magnesium hidroksida yang dapat diperoleh dari pengolahan air laut atau limbah proses



*solvey*. Pertama-tama magnesium hidroksida diumpankan pada karbonator, dimana magnesium hidroksida dikarbonasi membentuk magnesium karbonat dengan penambahan gas karbon dioksida.

Magnesium karbonat yang terbentuk kemudian dipisahkan dari kalsium karbonat pada filter press. Filtrat magnesium karbonat kemudian diumpankan pada presipitator untuk mengendapkan magnesium karbonat dengan bantuan penambahan udara bebas secara langsung. Proses pengendapan dengan bantuan udara bebas untuk menghindari suhu yang tinggi dan aman pada lingkungan. Endapan kemudian difiltrasi pada vakum filter dan kemudian dikeringkan pada dryer.

## II.2. Pemilihan Proses

Berdasarkan urian proses di atas, maka dapat ditabelkan perbedaaan masing-masing proses sebagai berikut :

Parameter	Proses	
	Steaming	Aerasi
Bahan Baku	Dolomit	Slurry $Mg(OH)_2$
Asal Bahan Baku	Penambangan	Limbah Solvey
Suhu Kalsinasi	$900^{\circ}C$	-
Suhu Hidrasi	$90^{\circ}C$	-
Media Presipitator	Steam	Udara Bebas
Peralatan	Komplek	Sederhana
Yields	50-85%	50%

Dari uraian di atas, maka dipilih pembuatan magnesium karbonat dari dolomit dengan proses steaming, dengan beberapa pertimbangan :



- a. Bahan baku yang kontinyu (tidak mengandalkan limbah pabrik lain)
- b. Yields pabrik lebih besar (mencapai 85%)
- c. Produk yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pasar

Dalam pabrik ini dilakukan modifikasi yang tidak mengurangi ataupun mempengaruhi tujuan proses dari metode steaming, penggunaan udara panas yang bersuhu  $120^{\circ}\text{C}$  dari burner digunakan untuk mengganti peran dari steam, brine ( $\text{NaCl}$  25%) digunakan sebagai pendingin. Mekanisme pada proses hidrasi adalah lebih efisien karena dengan proses utama mereaksikan dengan air dan memisahkan kandungan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dari  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  maka penggunaan  $\text{CO}_2$  pada proses karbonasi bisa lebih efisien. Untuk itu dipilih proses hidrasi.